

第三十章 航空照相透鏡

(Lenses for Aerial Photography)

航空照相被用於廣泛多樣化的應用包括軍事偵察，航空地圖，森林量測，汙染監控，以及在海洋學的多種使用。為了要記錄細微的細節且克服底片上的微粒大小，長焦距透鏡與大型底片相結合。航空底片的標準寬度為 70mm，5 吋以及 9 吋。為了尺寸的穩定，使用基礎的底片是較好的。

為了要降低大氣層的影響，通常會使用濾波片。其濾波的方法為除去大部分底片非常敏感的短波長輻射。對於大氣層中的水蒸氣和塵埃而言紫外與藍光會散射的比綠光和紅光多。典型的所使用之濾波片為：

Wratten 2A 對於波長短於 0.41 *mm* 不透光。

Wratten 3A 對於波長短於 0.44 *mm* 不透光。

Wratten 4A 對於波長短於 0.46 *mm* 不透光。

固體的玻璃濾波片也會使用。對於 3mm 的厚度以下應用：

GG420 對於波長短於 0.41 *mm* 不透光。

GG455 對於波長短於 0.44 *mm* 不透光。

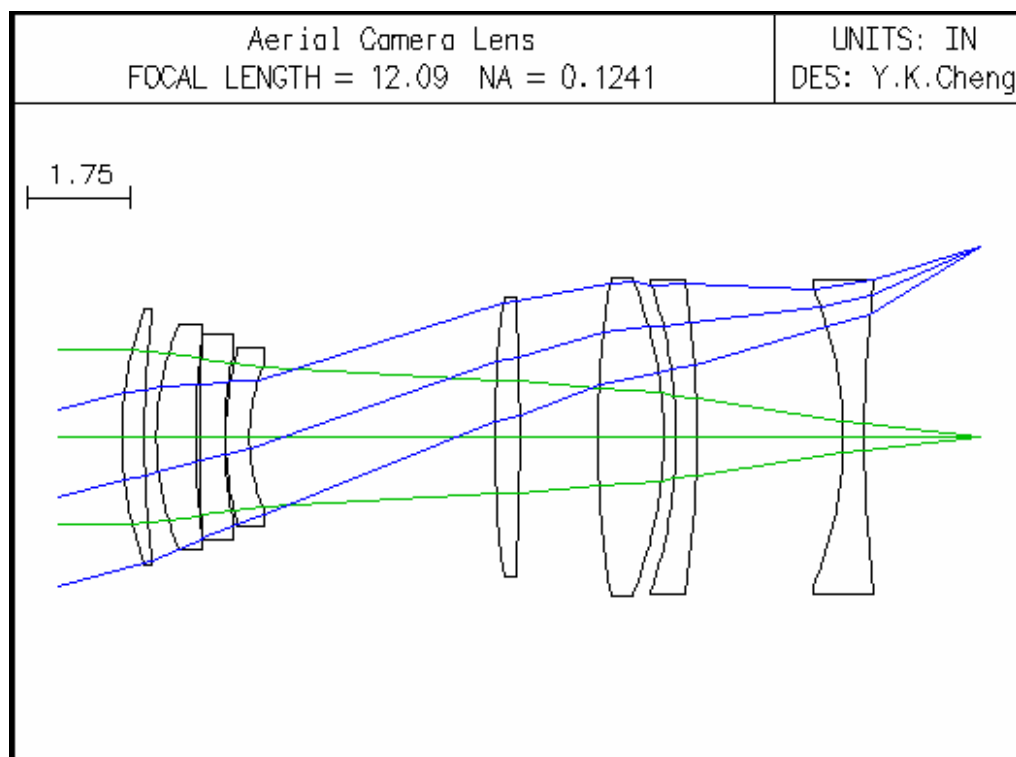
GG495 對於波長短於 0.47 *mm* 不透光。

為了要使用在照相測量法，這些透鏡的畸變必須少於 0.1%。

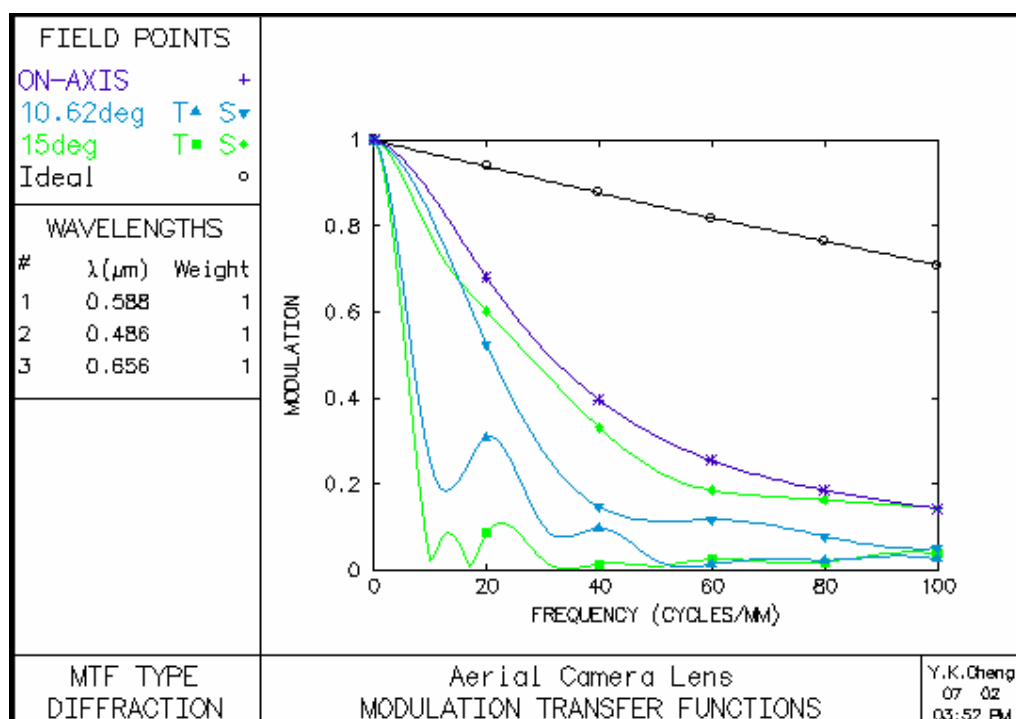
圖 30-1 顯示一個焦距長 12 吋，覆蓋 4×5 吋底片（對角長 6.4）的航空照相機鏡頭。這個鏡頭的資料出現在表 30-1。

SRF	RADIUS		THICKNESS		APERTURE RADIUS		GLASS	
OBJ	0.000000		1.0000e+20		2.6795e+19		AIR	
1	6.447000		0.386000		2.175000		SK16	C
2	17.245300		0.203000		2.100000		AIR	
3	4.963300		0.685000		1.940000		SK16	C
4	17.737700		0.070000		1.750000		AIR	
5	48.467000		0.409000		1.765000		F6	C
6	7.283900		0.025000		1.530000		AIR	
7	5.763100		0.403000		1.530000		F6	C
8	3.422600		0.584000		1.310000		AIR	
AST	0.000000		3.607000		1.160000	A	AIR	
10	18.035100		0.427000		2.400000		SK16	C
11	-67.916900		1.339000		2.400000		AIR	
12	16.086000		1.125000		2.725000		SK16	C
13	-7.215600		0.214000		2.725000		AIR	
14	-8.339500		0.361000		2.640000		SF1	C
15	-16.681800		2.495000		2.695000		AIR	
16	-6.728500		0.361000		2.570000		F6	C
17	21.910200		1.984188	S	2.700000		AIR	
IMS	0.000000		0.000000		3.238436	S		

表 30-1 航空照相機透鏡



(a)



(b)

圖 30-1 (a) 航空照相機透鏡 (b) 系統 MTF

第一鏡面到像距為 14.655。畸變是可以忽略的。FOV=30°。離軸 MTF 的減低是因為歪斜方向的裁斷誤差。

圖 30-2 顯示一個焦距長 18 吋， $f/3$ 視角 10° 的航空透鏡。其含蓋了 2.25 吋平方 (70mm 底片)。表 30-2 給出這個透鏡的資料。

SRF	RADIUS	THICKNESS	APERTURE RADIUS	GLASS
OBJ	0.000000	1.0000e+20	8.7489e+18	AIR
1	10.615500	1.908000	4.200000	SK4 C
2	38.282100	1.151000	3.900000	AIR
3	5.837000	2.128000	3.370000	SK4 C
4	-46.262900	0.014000	3.370000	AIR
5	-47.694900	0.540000	2.915000	F5 C
6	3.752700	3.056000	2.290000	AIR
AST	0.000000	0.520000	1.660000 A	AIR
8	-4.279500	0.892000	1.690000	LF5 C
9	32.193300	0.155000	1.970000	AIR
10	31.291900	1.751000	2.265000	SK4 C
11	-5.960200	0.935000	2.265000	AIR
12	32.449100	0.450000	2.360000	SK4 C
13	-16.520800	10.831619 S	2.360000	AIR
IMS	0.000000	0.000000	1.585704 S	

表 30-2 航空透鏡

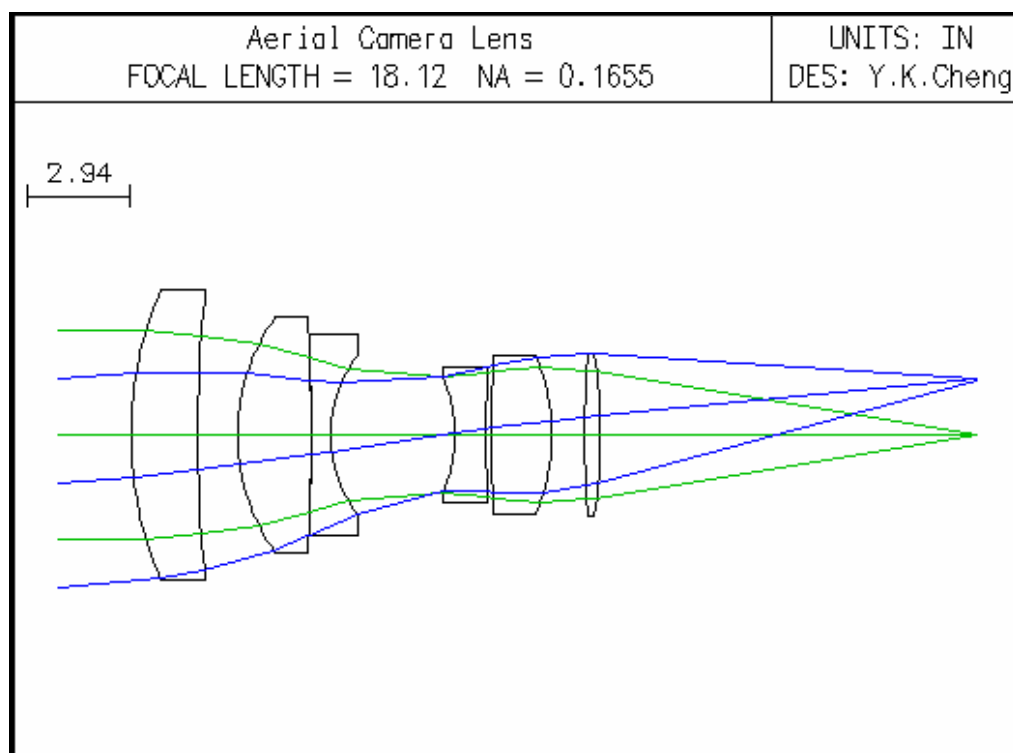
第一鏡面到像距為 24.126。畸變為 0.03%。

第二到第三鏡面的小間隔以及半徑互相合理地靠近暗示也許這可以成為一個膠合面。這曾經被嘗試過，但是沒有成功。這個空氣面具有相當的三階球差分布，且因此使得這些元件對於離心和傾斜誤差相當敏感。

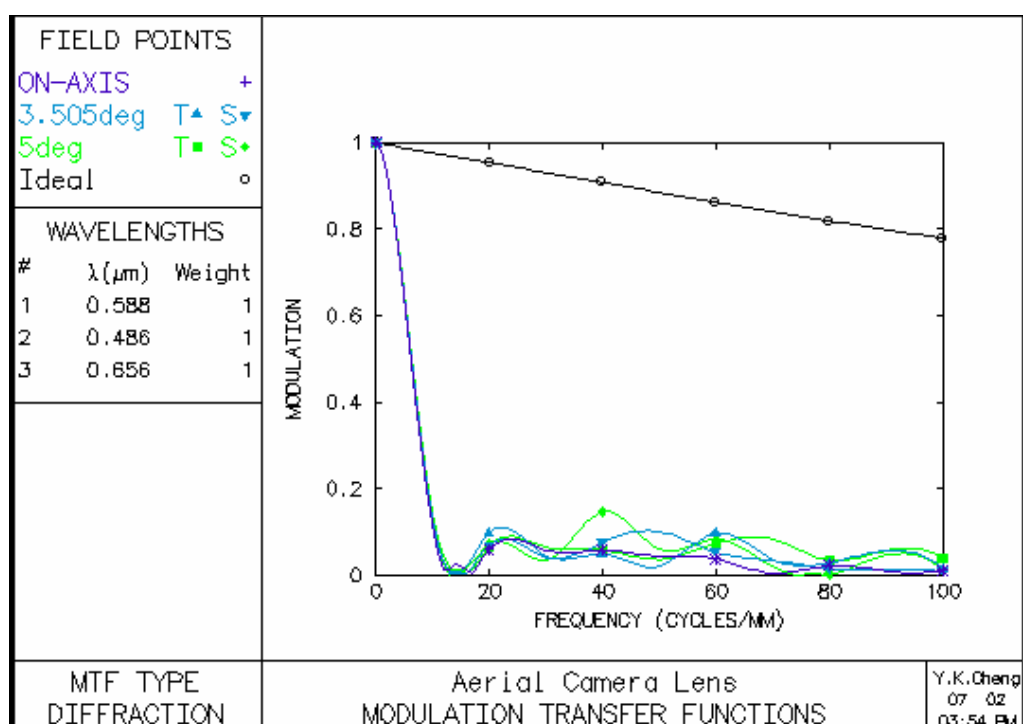
在這個設計軸上第二色差是需要考慮的。其導致在 0.546mm 下的最佳像面移動 50mm (遠離透鏡)。影像大小為 9×4.5 吋。這相當於視角 23.66°。畸變為 0.076%。資料給在表 30-3。

SRF	RADIUS	THICKNESS	APERTURE RADIUS	GLASS
OBJ	0.000000	1.0000e+20	2.0946e+19	AIR
1	5.381800	1.390000	3.155000	LAKN22 C
2	33.895400	0.378000	2.930000	AIR
3	37.838100	0.601000	2.730000	LF5 C
4	3.989900	0.294000	2.240000	AIR
5	6.303200	0.907000	2.260000	SSK4 C
6	9.490500	1.727000	2.030000	AIR
AST	0.000000	0.296000	1.440000 A	AIR
8	-10.799000	0.713000	1.520000	SSK4 C
9	-6.662400	0.553000	1.665000	AIR
10	-4.526800	0.839000	1.720000	LF7 C
11	-29.806000	0.976000	2.010000	AIR
12	-65.302600	0.924000	2.360000	LAKN22 C
13	-6.968000	17.708019 S	2.500000	AIR
IMS	0.000000	0.000000	4.985754 S	

表 30-3 航空透鏡

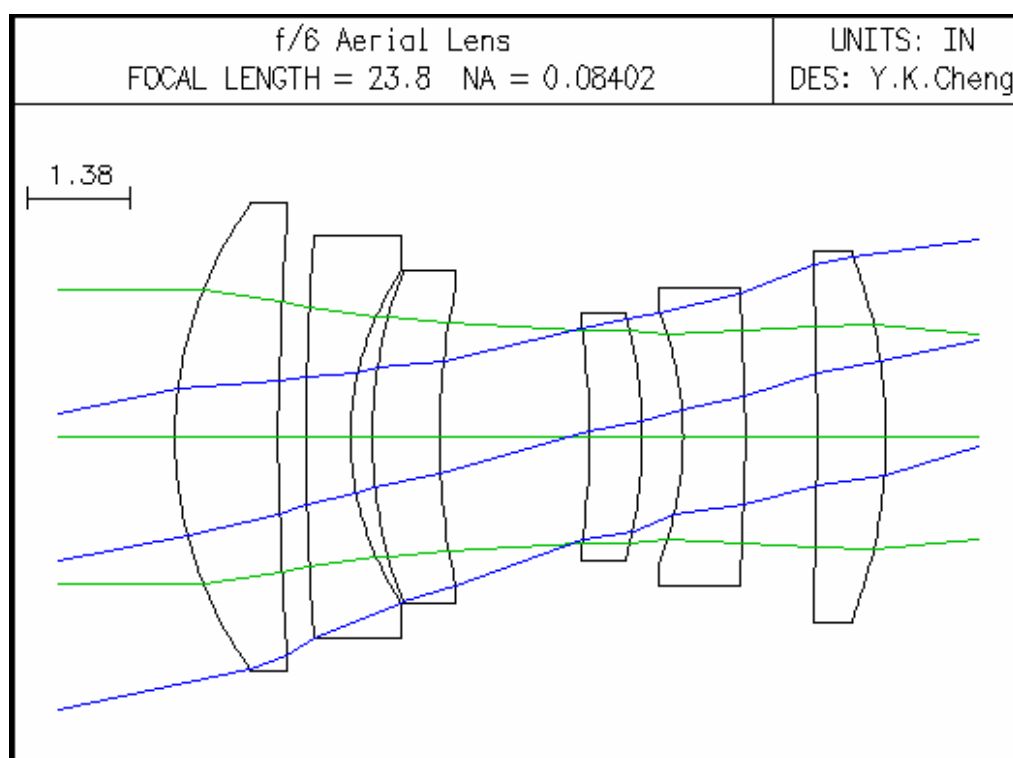


(a)

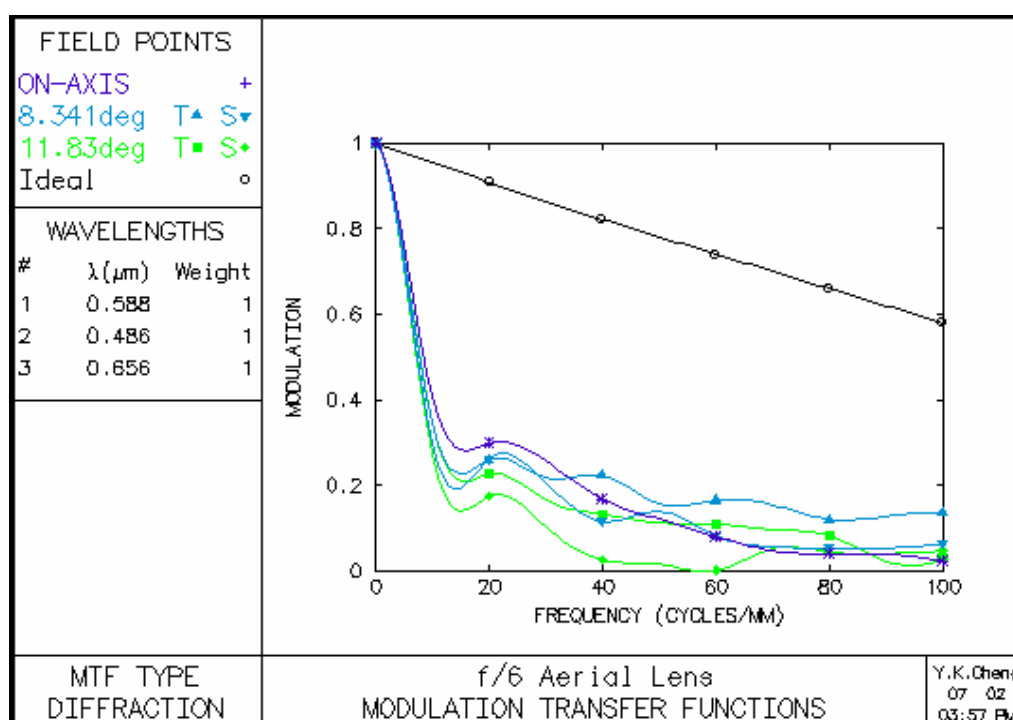


(b)

圖 30-2 (a) 航空透鏡 (b) 系統 MTF



(a)



(b)

圖 30-3 (a) 航空透鏡 (b) 系統 MTF

第一鏡面到像距為 27.483。

航空相機是相當龐大與昂貴的。其通常具有以下的特徵：可更換鏡頭，自動曝光控制，畫面角落的 CRT 資料記錄，以及焦平面快門。

參考文獻

Chicago Aerial Industries, Data Sheets on Aerial Cameras, Chicago Aerial Industries, Barrington, IL.

Hall, H. J., and Howell, H. K. (Eds.). (1966). Photographic Considerations for Aerospace, Itek Corp., Lexington, MA.

Hoya Color Filter Glass Catalog, Hoya Optics, 3400 Edison Way, Fremont, CA 94538.

Kodak Data for Aerial Photography, (1982). Publ. M-29, Eastman Kodak Co., Rochester, NY.

Kodak Aerial Films, (1972). Publ. M-57 Eastman Kodak Co., Rochester, NY.

Kodak Wratten Filters, (1960). Publ. B-3, Eastman Kodak Co., Rochester, NY.

Properties of Kodak Material for Aerial Photography. (1974). Publ. M-61, M-62, M-63, Eastman Kodak Co., Rochester, NY.

Schott Optical Glass Filters, (1993). Schott Glass Technologies, Durea, PA.

Thomas, W. (Ed.). (1973). SPSE Handbook of Photographic Science and Engineering, Wiley-Interscience, New York.